

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-248141

(43)Date of publication of application : 03.10.1989

(51)Int.Cl.

G02F 1/29

(21)Application number : 63-074306

(71)Applicant : HITACHI LTD

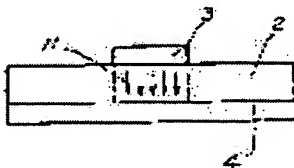
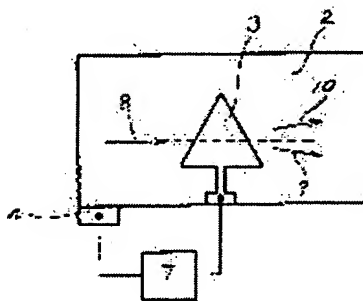
(22)Date of filing : 30.03.1988

(72)Inventor : ONUKI HIDEO

YOSHIDA TAKAHIKO

KISHIMOTO SEIJI

(54) OPTICAL DEFLECTING DEVICE



(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the small-sized deflecting device which has a fast deflection speed and high deflection efficiency by providing a wedgelike waveguide lens which varies in refractive index by electrooptic effect in the optical path in an optical waveguide.

CONSTITUTION: The optical waveguide 2 is formed of a material which has the electrooptic effect, an electrode 4 is provided on the reverse surface, and the wedge like electrode 3 is provided on the top surface. Further, the output terminals of a voltage control part 7 are connected to the electrodes 3 and 4 respectively. When a positive voltage is applied to the electrode 3 from the voltage control part 7, an electric field 11 is

produced between the electrodes 3 and 4. The refractive index of the part of the waveguide 2 where the electric field 11 is present varies by Δn by the electrooptic effect to $n + \Delta n$, where (n) is the refractive index of the optical waveguide 2 before the variation. Then waveguide light 8 is refracted and deflected as shown by an arrow 9. When a negative voltage is applied from the voltage control part 7 to the electrode 3, the waveguide light 8 is deflected as shown by an arrow 10. Consequently, there is nearly no decrease in the efficiency at the time of the deflection.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A) 平1-248141

⑤ Int.Cl.

G 02 F 1/29

識別記号

庁内整理番号

A-7348-2H

⑬ 公開 平成1年(1989)10月3日

審査請求 未請求 請求項の数 12 (全10頁)

⑭ 発明の名称 光偏向装置

⑯ 特 願 昭63-74306

⑰ 出 願 昭63(1988)3月30日

⑱ 発 明 者 大 貫 秀 男 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑲ 発 明 者 吉 田 隆 彦 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑳ 発 明 者 岸 本 清 治 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1 発明の名称

光偏向装置

2 特許請求の範囲

1 電気光学効果を有する材料で構成され、内部を導波光が通過する光導波路と、該光導波路をはさむ位置に一对の電極を有し、該電極間に電圧が印加されることにより、前記光導波路の屈折率が部分的に変化して、導波光が偏向されることを特徴とする光偏向装置。

2 電気光学効果を有する材料で構成された平板状の光導波路と、光導波路の一方の面に多角形状に形成された第1の電極と、光導波路の前記第1の電極が形成された面と対向する面の、前記第1の電極に対向する位置に形成された第2の電極とを有し、前記第1、第2の電極間に電圧が印加され、前記光導波路の屈折率が部分的に変化し、導波光が偏向されることを特徴とする光偏向装置。

3 前記電極は、三角形状をしていることを特徴

とする請求項1記載の光偏向装置。

4 前記電極は、一対でなく複数対有していることを特徴とする請求項1記載の光偏向装置。

5 前記第1の電極は、三角形状をしていることを特徴とする請求項2記載の光偏向装置。

6 前記第1の電極は複数個形成されていることを特徴とする請求項2記載の光偏向装置。

7 前記第1の電極は三角形状をし、該三角形状をした第1の電極が複数個設けられ、これら第1の電極が形成された面と対向する面に、第2の電極として共通電極が形成されていることを特徴とする請求項2記載の光偏向装置。

8 電気光学効果を有する材料で構成され、内部を導波光が通過する光導波路と、光導波路の一方の面に複数個形成されたくさび形の第1の電極群と、第1の電極群の形成された面の、第1の電極群のすき間に形成され、第1の電極群とは反対方向に向いたくさび形の第2の電極群と、前記第1、第2の電極群の設けられた面と対向する面の、前記第1、第2の電極群に対向する

位置に形成された第3の電極とを有し、前記第1の電極群と第3の電極との間に正の電圧が印加され、前記第2の電極群と第3の電極との間に負の電圧が印加されることにより、前記光導波路の屈折率が部分的に変化し、導波光が偏向されることを特徴とする光偏向装置。

9. 前記第1、第2の電極群を形成するくさび形の電極群のうち少なくとも一部の電極は、その輪郭に曲線を含むくさび形をしていることを特徴とする請求項9記載の光偏向装置。

10. 電気光学効果を有する材料で構成され、内部に光が通過する光導波路を有し、該光導波路の一の面に、連続電極と、連続電極より所定距離はなれた位置に、針状電極が形成され、前記連続電極と針状電極との間に電圧が印加されることにより光導波路の一部の屈折率が変化し、導波光が偏向されることを特徴とする光偏向装置。

11. 前記連続電極は、針状電極に対向する部分の輪郭が、針状電極の先端を中心とする円形状をしていることを特徴とする請求項10記載の光

偏向装置。

12. 前記連続電極は、針状電極に対向する部分の輪郭が、針状電極の先端を通る円形状であることを特徴とする請求項10記載の光偏向装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光導波路を用いた光偏向装置に関する。

〔従来の技術〕

従来、光導波路を用いた光偏向装置としては、たとえば、アイ・イー・イー・イー、トランザクション オン サーキット アンド システム、シー エー エス 26、ナンバー 12、(1979年) 第1072頁から第1098頁 (IEEE, Trans. Circuits and Systems, CAS-26, No.12, (1979) pp 1072-1098) において論じられている表面弾性波を利用した音響光学偏向器、あるいは特開昭57-138621に記載されているフレネル光走査器が知られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

前記音響光学偏向器の場合は、偏向角を大きくするために広い周波数帯域にわたり平坦な特性を有する電極が必要であり、設計および製作が複雑となる。また、回折効率を高めるためには大電力が必要であり、周辺装置も複雑となる。この偏向器の場合は、ブラッグ回折を利用するため比較的偏向効率を高くすることができるが、偏向角を大きくするとブラッグ条件からはずれるため効率が低下する。また、導波光を横切る表面弾性波の伝播速度は、3~7 (λ/μ) 程度であるので高速偏向時には伝播遅延時間が無視できず、これに起因するシリンダリカルレンズ効果も発生するという問題がある。

また、前記フレネル光走査器の場合は、導波路フレネルレンズの各ゾーンの屈折率を電気光学効果によって変化させ、各ゾーンの導波光の位相を制御しているが、位相変化を大きくし、偏向角を大とするためには各ゾーンの長さを長くする必要があり、装置が大きくなるという問題がある。また、導波光の回折を利用しているため、偏向され

た主光以外に、±1次、±2次など副次光が発生し、光量が低下するという問題がある。

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決し、小形で偏向速度が速く、偏向効率の高い偏向装置を得ることにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的は、光導波路内の光路中に、電気光学効果によって屈折率に変化する、くさび状の導波路レンズを設け、これらのレンズの界面で光を屈折させることにより、達成できる。

〔作用〕

電気光学効果によって屈折率が変わるのを利用して、屈折率の変化する領域の形状を、くさび状とすれば、その部分がプリズムのような働きをし、光を屈折することができる。また、電気光学効果によって得られる屈折率差は微小であり、1つの界面で得られる偏向角も微小であるが、電極寸法を小さくし、多数の界面を設けることにより、全体として偏向角を大きくすることができる。また、光導波路材料の屈折率に対して、プラスの電界部

ではプラスの屈折率変化、マイナスの電界部ではマイナスの屈折率変化を得ることができるので、これらの電極部を交互に配置すれば、偏向角が相殺されることがなく、小形にできる。また、電気光学効果を用いているため高速偏向が可能であり、くさび状導波路レンズでの屈折を利用するため、偏向時に光量の低下がなく高効率である。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。第1図は、本発明の1実施例を示す平面図、第2図は、第1図のA-A'断面図である。電気光学効果を有する材料で光導波路2を構成し、下面に電極4を設け、上面にくさび状の電極3を設ける。また電圧制御部7からの出力端子は、それぞれ電極3および電極4に接続する。

電圧制御部7からの出力電圧がゼロのときは、電極3と電極4の間に電界が発生せず、従って光導波路2には何も変化が発生せず導波光8は直進する。電圧制御部7から正の電圧が電極3に印加された場合は、電極3と電極4の間に、第2図に

偏向される。

なお、第1図及び第2図に示された実施例において、電極4は、光導波路2の下面全体に形成されているが、これには限られない。すなわち、電極3に対応する光導波路2の下面の位置に、電極3と同様の形状の電極4を設けても、第1図に示された実施例と同様の効果が得られる。

印加電圧と屈折率の変化 Δn は比例するため、電圧制御部7で任意の電圧を発生すれば、任意の角度に偏向することができる。また、電気光学効果を用いているため偏向速度は高速であり、実質的な偏向速度は、電極間静電容量と電圧制御部7の出力インピーダンスによって制限を受けるのみである。

本実施例では、光導波路2に用いられる材料として、厚さ方向に電圧を印加すると正の屈折率変化が発生する導波路材料が用いられる。このような材料としては、たとえば、点群 $\bar{4}2m$ に属する結晶を用いることができる。たとえば、光導波路2としてKD $_2$ PO $_4$ のZカット板を用い、X方向

示すような電界11が発生する。第2図は、電界11の発生の様子を側面から見た模式図である。したがって、光導波路2で電界11が存在する部分の屈折率は、電気光学効果により Δn だけ変化し、変化する前の光導波路2の屈折率を n とするとき、 $n + \Delta n$ となる。第2図において、光導波路2のうち、電極3の下に位置する部分(点線で囲まれた部分)の屈折率が変化する。すなわち、電極3は、三角形形状をしているので、光導波路2内に電界11が生じる領域は、三角形形状となる。このため、電界11により屈折率の変化する領域は三角プリズムの動きをする。したがって導波光8が、電界11の存在する部分に到達すると屈折し、また、電界11の存在する部分から出る時にも屈折して、矢印9の方向に偏向される。

電圧制御部7から負の電圧が電極3に印加された場合は、電極3と電極4の間に発生する電界の向きが逆となり、したがって屈折率の変化も逆となり、電界が存在する部分の屈折率は $n - \Delta n$ となる。したがって導波光8は、矢印10の方向に

に伝搬する光のTE波成分を屈折させる導波光8として利用することにより、本実施例を実現できる。

本実施例においては、光導波路2として厚さ方向に電圧を印加すると負の屈折率変化が発生する導波路材料も使うことができるのは自明である。このような材料としては、たとえば、点群 $3m$ に属する結晶を用いることができる。たとえば、光導波路2としてLiNbO $_3$ のZカット板を用い、X方向またはY方向に伝搬する光のTE波成分導波光8として利用することにより本実施例を実現できる。

以上説明したように、本実施例によれば、簡単な構成で高速の光偏向が可能であり、偏向に伴う光スポットの異状も発生しない。また、光の回折現象ではなく屈折を用いているため、偏向効率が高い。

第1図に示された実施例において、電極3は三角形形状としてあるが、光を屈折させるためには、導波光8の進行方向に対して、屈折率の変化する

面が斜めになるように形成され、屈折率が変化している面に斜めに導波光8が入射すれば、導波光8は屈折される。従って、導波光8が、屈折率が変化する面に斜めに入射あるいは出射すれば、電極3の形状は三角形に限らず、四角形、三角形等何でも良い。例えば、電極3の形状を平行四辺形とすれば、電極に電圧を印加することにより、入射光に平行で、光軸がずれた出射光が受けられる。第3図は、本発明の他の実施例を示す平面図、第4図は、第3図中のA-A断面図である。第3図および第4図において、12は基板、14は基板12上に設けられた光導波路、13-1, 13-2は上部電極、15は下部電極、16はパツファ層である。基板12には、たとえばYカットのLiNbO₃やLiTaO₃などが用いられ、その上にSiO₂等を、スパッタ法などで取膜し、パツファ層16を形成する。さらにその上に、たとえばT₁拡散法やLPE法などで光導波路14を作製する。上部電極13-1, 13-2は、くさび状の電界印加部とこれらを結合するための配線部とからなる。これら

13-2に電圧が印加され屈折率が変化している場合の、光導波路14の様子を部分拡大して模式的に表わした図を第5図に示す。第5図において、光導波路14のうち点線で囲まれた部分14aは、電極13-1の真下にある部分であり、電気光学効果により屈折率が $n + \Delta n$ に変化している。また、光導波路14のうち、点線で囲まれた部分14bは、電極13-2の真下にある部分であり、電気光学効果により屈折率が $n - \Delta n$ に変化している。

この屈折率の変化している部分14a, 14bは、他の部分とは屈折率が異なるため、三角プリズムと同様の動きをする。従って、屈折率が変化している部分を導波光8が通過する際には、屈折率が変化している部分14a, 14bで導波光8が第5図に示すような方向に屈折し、偏向する。この第3図に示された実施例では、電極13-1, 13-2と同様の電極を多数個用いているので矢印19の方向に大きな偏向角を得ることができる。

電圧制御部7からの出力電圧が-Eボルトで電

上部電極13-1及び13-2は、マスクを使用してパターンニングしたのちリフトオフ法やエッチング法により作成される。さらに基板12をエッチングなどの方法により細く加工した後、蒸着法やスパッタ法により下部電極15が成膜される。

導波光8は、たとえばグレーティング結合や端面結合法によって光導波路14内に導びかれる。

電圧制御部7から出力される出力電圧が+Eボルトのとき、+Eボルトの電圧が電極13-2に印加され、また極性反転装置6を経て、-Eボルトの電圧が電極13-1に印加される。このとき電極15は接地されているので、電極13-1と電極15の間には上向きの電界が発生し、この電界が光導波路14を通る。このため、電気光学効果によって屈折率が Δn 変化し、光導波路14のうち電極13-1の下に位置する部分の屈折率が $n + \Delta n$ となる。電極13-2と電極15の間では下向きの電界が発生しているため、同様にして、光導波路14のうち電極13-2の下に位置する部分の屈折率は $n - \Delta n$ となる。このように電極13-1,

13-2及び15に逆向きの電圧が印加されたときも同様に動作する。しかし、光導波路14に加わる電界の向きが前記した場合とはそれぞれ逆方向となるため、導波光8の偏向方向も逆になり導波光8は矢印20の方向に偏向される。

電気光学効果による屈折率の変化 Δn は、印加電圧Eにはほぼ比例する。従って第3図に示されているように電圧制御部7を結線し、極性反転装置6を用いて互いに逆相の信号電圧が電極13-1, 13-2に印加されれば、印加電圧Eにほぼ比例した偏向角を得ることができる。

パツファ層16は、TMモード波の減衰を防ぐ目的で設けられている。従って特に必要がなければ省略しても良い。また、第3図で導波路レンズおよび電極13-1, 13-2は三角形をしているが、台形でも良いことは言うまでもない。

電極を台形状の電極13-1', 13-2'とした場合の実施例が第6図に示されている。第6図に示された実施例においても、導波光8が、電極13-1', 13-2'に印加された電圧によって、屈折率

の変化した光導波路部分を通過する際に屈折される。第4図に示された実施例は、電極13-1', 13-2が台形であること以外は第3図に示された実施例と全く同様の構成をしており、その動作も同様であるので、説明は省略する。

以上説明したように、この第3図及び第4図に示された実施例においては、光導波路の上面にくさび状の電極、下面に共通電極を設けた簡単な構成とすることができる。そして、これらの電極に印加する電圧を自由に制御することにより偏向角度を自由に变化させることができる。また、くさび状の電極を交互に逆向きになるように配列し、かつ交互に逆向きの電界が加わるように配線することにより、偏向部の大きさを小形化でき、大きな偏向角を得ることができる。

第7図は、本発明の他の実施例を示す平面図である。第7図に示された実施例は前記した第3図に示された実施例と同様の製法で製作されるが、下部電極が設けられていず、上部電極21-1~21-16を用いてくさび状の導波路レンズを構成

と同様の共通電極が設けられていても良い。この場合、電極21-1, 21-2, ...より真下に向かう電界成分が大きくなる。

第9図は、本発明の他の実施例を示す平面図である。本実施例は前記した第7図に示された実施例と同様の構成であるが、電極31, 32の形状が、曲線よりなるくさび形状となっている。このため、種々の収差補正が可能となり、導波光が発散光の場合に特に有効である。

第9図は、本発明の他の実施例を示す平面図、第10図は側面図である。本実施例においては基板45の上部に、電気光学効果を有する光導波路44が構成され、さらにその上部に電極41, 42が配設されている。電圧制御部からの電圧は、電極41, 42間に接続される。電気光学効果を有する光導波路44の材料としては、たとえば点群3 \bar{m} に属する結晶、たとえば LiNbO_3 や LiTaO_3 を用いることができ、これらの材料を用いるときは、たとえばYカット板を用いX方向に伝搬する光のTE波成分を利用するか、Xカット板を用い

している。

電圧制御部7の出力電圧がEボルトで端子23と24に接続され、電極21-1, 21-2, ...間に電圧が印加されている場合の光導波路25に発生する電界の様子が第8図に示されている。第8図は結界部23, 24間に電圧を印加した場合の電界分布を示す図であり、電極21-1と電極21-2間に発生する電界を、模式的に表わした側面図である。電極21-1~21-16の極く近傍、すなわち、電極の直下部においては、電界は、電極よりほぼ真下方向に生じているので、その部分の屈折率が変化する。従って第3図の実施例と等価となり、第3図の実施例と同様に導波光8を矢印9および矢印10の方向に偏向することが可能である。本実施例の場合は、第3図に示された実施例に比べて、偏向電圧が増大し、不利となるが、電極が同一面にあるため製作が容易になる利点がある。

もちろん、第7図に示された実施例において、光導波路25の下面に、第3図に示された電極15

Y方向に伝搬する光のTE波成分を利用すれば良い。また、たとえば点群 $\bar{4}2m$ に属する、 KD_2PO_4 , KH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ などの結晶も用いることができ、この場合は、たとえばXカット板を用いY方向に伝搬する光のTM波成分を利用するか、Yカット板を用いX方向に伝搬する光のTM波成分を利用すれば良い。

以下、第10図に示された実施例において、光導波路44として、 LiNbO_3 のYカット板を用いる場合について説明する。

電圧制御部7から正の電圧を電極42に印加した場合は、光導波路44の内部に矢印43で示すような電界が電極42の先端から放射状に発生し、電気光学効果により光導波路44の屈折率が $n-\Delta n$ となる。屈折率が $n-\Delta n$ と変化する部分の形状は、前記した電界のパターンに対応するから、概略くさび形状となる。したがって、導波光8が、この屈折率の变化している部分を通過するときには、屈折して、偏向する。この第10図に示された実施例では、電極42の電極41に対向する部分

を針状として、くさび形状に屈折率が変化する部分が複数個発生するため、導波光8は除々に偏向し、結果として矢印10の方向に偏向される。

電圧制御部から負の電圧が電極42に印加された場合は、電界の向きが上記の場合と逆となり、屈折率は $n + \Delta n$ となり、上記の場合と逆に導波光8は矢印9の方向に偏向される。

また屈折率の変化分 Δn は、印加電圧に比例し、偏向角度は Δn に比例するため、電圧制御部7の出力電圧を変化することにより、導波光8を任意の角度に偏向することができる。

以上説明したように、本実施例によれば、簡単な構成で高速の光偏向が可能であり、偏向に伴う光スポットの興衰も発生しない。また、光の回折ではなく、屈折現象を用いているため、光の利用効率が高い。また、電極42の電極41に対向する部分を針状とし多数個用いることにより、大きな偏向角を得ることができる。

第11図は、本発明の他の実施例を示す平面図である。本実施例は、前記した第9図の実施例と

同様の構成であるが、電極51と電極52の対向する部分を曲線状としている。このため電界53をこまかに制御することが可能であり、種々の収差の補正にも効果がある。その他、電界の発生による導波光8の屈折原理等は第10図に示された実施例と同様であるので説明を省略する。

第13図は、本発明のさらに他の一実施例を示す平面図、第14図はその側面図である。第13図及び第14図に示された実施例において、基板64の上部に、電気光学効果を有する光導波路63を構成し、さらにその上部に、棒状電極62および平板状電極61を配設する。電圧制御部7からの電圧は、棒状電極62と平板状電極61との間に印加される。電気光学効果を有する光導波路63の材料としては、たとえば点群 $3m$ に属する結晶のニオブ酸リチウム($LiNbO_3$)やタンタル酸リチウム($LiTaO_3$)や、各種の有機材、セラミックスなどを用いることができる。本実施例では、光導波路63としてYカットのニオブ酸リチウムを用いた場合について説明する。

たとえば、グレーティング結合法や端面結合法などの技術によって導波路63に導波された導波光8がTEモードの光、すなわち導波光8の電界ベクトルの向きが、導波路のZ方向に沿っている場合を考える。この場合、導波路のX方向に伝播する導波光8は、Z方向の屈折率によって影響を受ける。

電極62, 61間に電圧を印加した場合は、第15図(a)に示すように放射状の電界が発生する。平板状電極61と棒状電極62との距離を r とすると、平板状電極61で棒状電極62に対向する辺67の形状を下式で求める。

$$r \cdot \alpha = \sin \theta \quad (1)$$

ここで θ は第15図に示す角度、 α を定数とする。このように辺67の形状を決めると、電極62, 61間に印加する電圧を V として、放射状の電界 E は

$$E = V / r$$

であらわされ、Z方向の成分 E_z は

$$E_z = E \sin \theta = V \sin \theta / r$$

とあらわされる。この式に、上記(1)式を代入すると

$$E_z = V \cdot \alpha$$

となり、一定になる。これを図示すると第15図(b)に示すようになり、必要なプリズム幅 2α 内で平坦となっている。この特性は、第16図(a)に示すような棒状電極に対向する辺が平坦な場合や第17図(a)に示すように対向する辺が棒状電極の先端を中心とする円の円弧である場合の特性(それぞれ第16図(b), 第17図(b)に示されている。)に比べて明らかに優れている。すなわち、導波路プリズムの界面 $\alpha_0 - \alpha$, および $\alpha_0 + \alpha$ で E_z の変化率が大きいので、屈折率変化が大きく、導波路プリズム幅 2α 内で屈折率が一定である。

以上説明したように、本実施例においては、電極62, 61間に電圧を印加することにより、扇状あるいはくさび状に電界が発生し屈折率が変化して導波路プリズムが構成され、この導波路プリズム内で導波光が影響を受けるZ方向の屈折率が一定となる。導波光8は、この導波路プリズムで屈

折し、結果として矢印10の方向に偏向される。電極に印加する電圧の極性をかえれば、逆向きに偏向することができる。また、屈折率の変化分は印加電圧に比例し、偏向角は屈折率の変化分に比例するため、電圧制御部7の電圧を変化させることにより、任意の偏向角を得ることができる。

(1)式で示される曲線を有する電極を実際を作るためには、多数の直線で近似すれば良い。

(1)式が、棒状電極62の先端を通る円をあらわすことは以下のように証明される。第3図で棒状電極3の先端を原点とするx-z直交座標系を用いる。

$$\begin{aligned}x &= r \cos \theta = \frac{\sin \theta}{a} \cdot \cos \theta = \frac{1}{2a} \sin 2\theta \\z &= r \sin \theta = \frac{\sin \theta}{a} \cdot \sin \theta = \frac{1}{2a} (1 - \cos 2\theta) \\ \therefore x^2 + \left(z - \frac{1}{2a}\right)^2 &= \left(\frac{1}{2a}\right)^2\end{aligned}$$

本発明によれば、簡単な構成で高速の光偏向が可能であり、音響光学偏向器のように偏向に伴う光スポットの異状も発生しない。また、光の回折ではなく、屈折を用いているため、光の利用効率が高い。また、電極形状を工夫してより正確なプ

リズム形状となるように導波路プリズムを形成するため、偏向能力の低下が少なく、波面の乱れも少ない。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、光導波路内での屈折を用いるため、偏向した場合の効率の低下がほとんどなく、導波光を有効に偏向できる。また電極に印加する電圧を変えるだけで偏向角度を変化できるので制御が簡単である。さらに、公知のリソグラフィ技術を用いることにより、電極の形状を任意の形状に製作できるので、収差の補正などの機能も同一プロセスで作り込むことができ経済性の優れた光偏向装置を得ることができる。

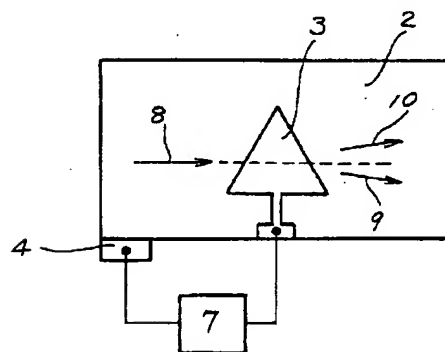
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の1実施例を示す平面図、第2図は電界の発生の様子を側面から見た模式図である。第3図は本発明の他の実施例を示す平面図、第4図はその側断面図、第5図はその原理説明図、第6図は本発明の他の実施例を示す平面図、第7

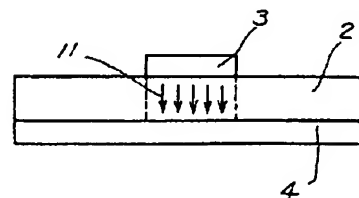
図は本発明のさらに他の実施例を示す平面図、第8図はその原理説明図である。第9図は本発明のさらに他の実施例を示す平面図、第10図は本発明のさらに他の実施例を示す平面図、第11図はその側面図、第12図は本発明のさらに他の実施例を示す平面図、第13図は本発明のさらに他の実施例を示す平面図、第14図はその側面図、第15図はその原理説明図、第16図は他の実施例と効果を比較するための模式図、第17図は同様に他の実施例と効果を比較するための模式図である。

2…光導波路、3…電極、4…電極、7…電圧制御部、8…導波光、9, 10…偏向光。

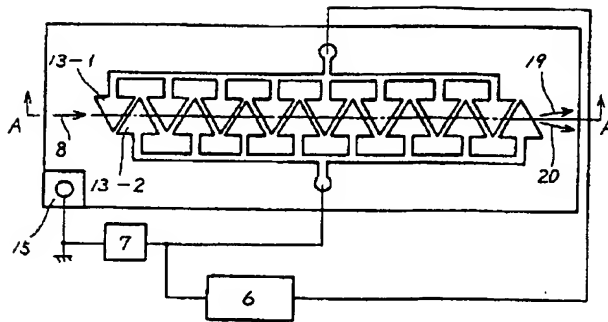
第1図



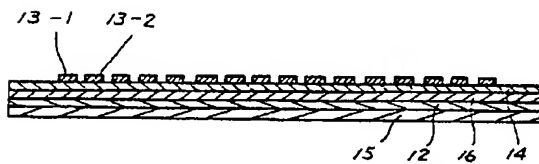
第2図



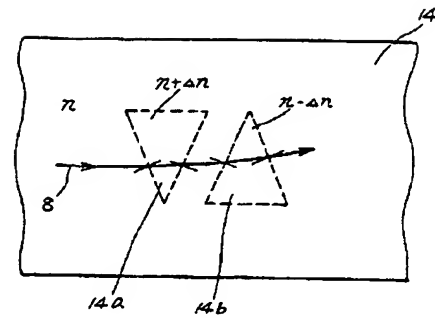
第 3 図



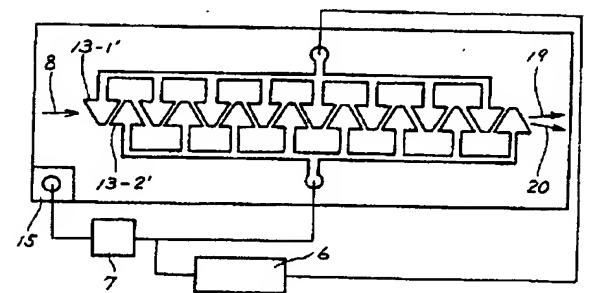
第 4 図



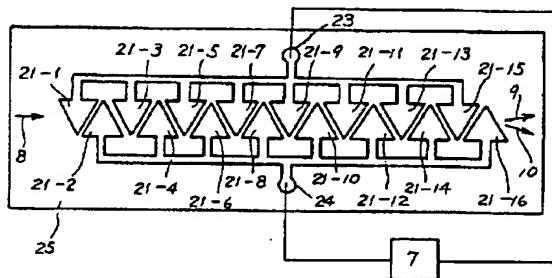
第 5 図



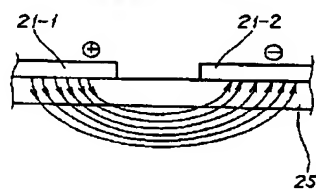
第 6 図



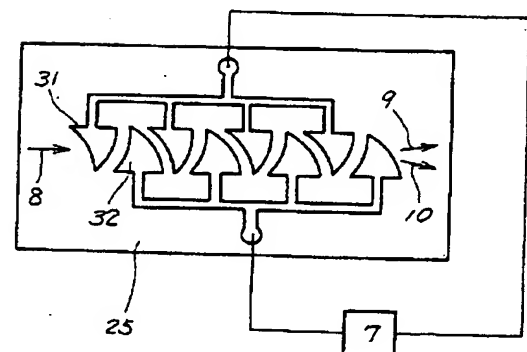
第 7 図



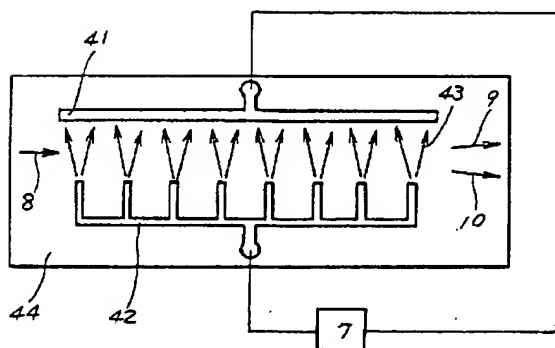
第 8 図



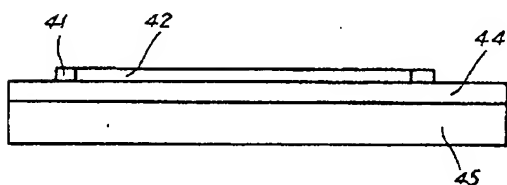
第 9 図



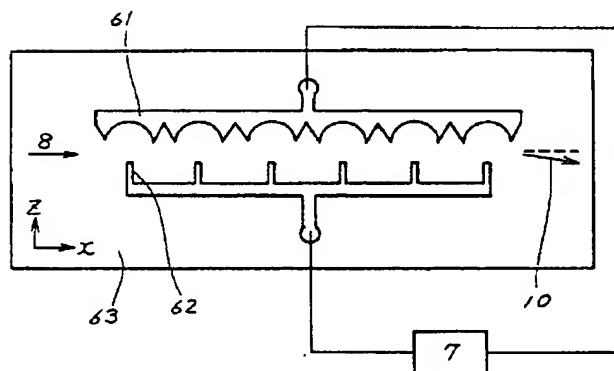
第 10 図



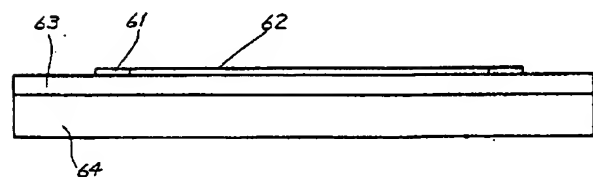
第 11 図



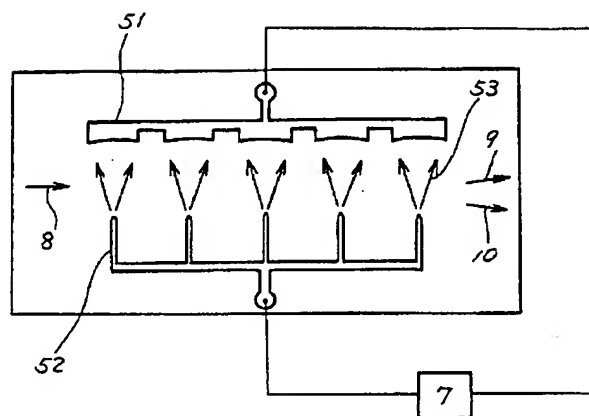
第 13 図



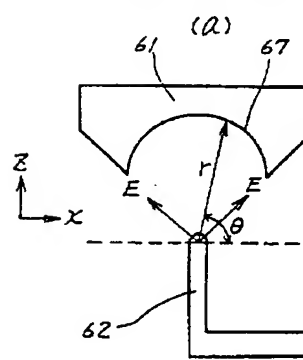
第 14 図



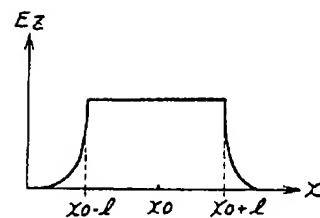
第 12 図



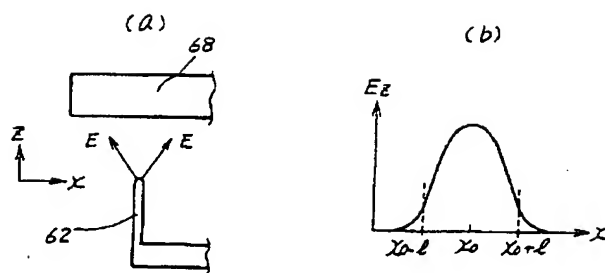
第 15 図



(b)



第 16 図



第 17 図

